

N O T I C E

THIS DOCUMENT HAS BEEN REPRODUCED FROM
MICROFICHE. ALTHOUGH IT IS RECOGNIZED THAT
CERTAIN PORTIONS ARE ILLEGIBLE, IT IS BEING RELEASED
IN THE INTEREST OF MAKING AVAILABLE AS MUCH
INFORMATION AS POSSIBLE

E82-10076

CR-168397



SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

(E82-10076) STUDY PROJECT OF INTRUSIVE
ROCKS: STATES OF ESPIRITO SANTO AND RIO DE
JANEIRO, SOUTH AND EAST OF MINAS GERAIS AND
SOUTHEAST OF THE STATE OF SAO PAULO
(Instituto de Pesquisas Espaciais, Sao Jose)

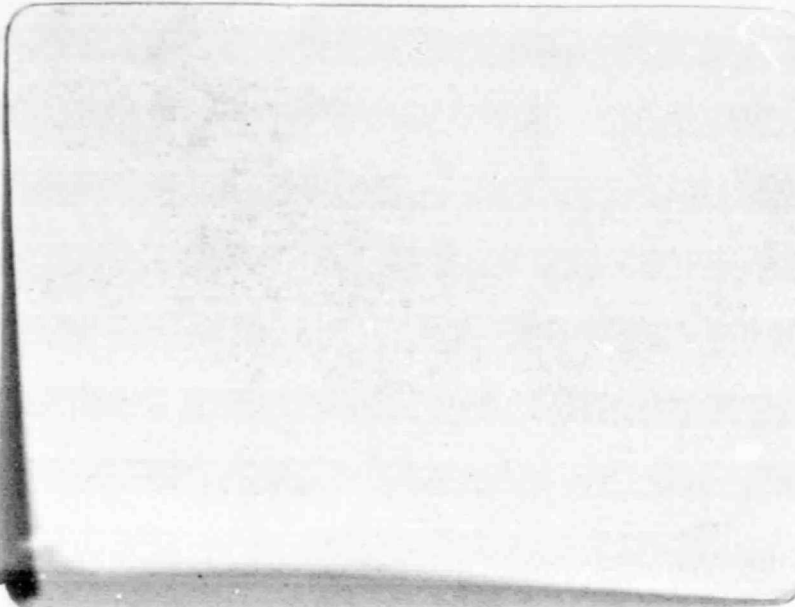
N82-20599

HCAD2/MF A01

Unclass

G3/43 00076

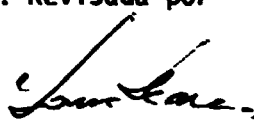

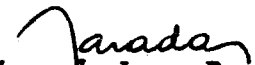
"Made available under NASA sponsorship
in the interest of early and wide dis-
semination of Earth Resources Survey
Program information and without liability
for any use made thereof."



RECEIVED BY
NASA STI FACILITY
DATE SEP 15 1981
DCAF NO. 002949
PROCESSED BY
☒ NASA STI FACILITY
☐ ESA - SDS ☐ AIAA



INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS

1. Publicação nº INPE-2190-PRE/002	2. Versão	3. Data julho, 1981	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem DSR	Programa RECKI		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) ROCHAS INTRUSIVAS SENSORIAMENTO REMOTO			
7. C.D.U.: 528.711.7:552.3(815/816.1)			
8. Título INPE-2190-PRE/002 APE PROJETO ESTUDO DAS ROCHAS INTRUSIVAS: ESTADOS DO ESPÍRITO SANTO E DO RIO DE JANEIRO, PARTES SUL E LESTE DE MINAS GERAIS E SUDESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO		10. Páginas: 18	
		11. Última página: 16	
9. Autoria Athos Ribeiro dos Santos Célio Eustáquio dos Anjos Marx Prestes Barbosa Paulo Veneziani		12. Revisada por  Tomoyuki Ohara	
Assinatura responsável 		13. Autorizada por  Nelson de Jesus Parada Diretor	
14. Resumo/Notas <p>O projeto teve como objetivos estudar a viabilidade de individualização de corpos intrusivos e o estabelecimento de critérios para o mapeamento geológico regional, em áreas policíclicas e polimetamórficas, onde predominam rochas gnaissico-migmatítico-graníticas, através da interpretação visual de produtos de sensoriamento remoto de pequena escala, ao lado da avaliação do comportamento espectral das rochas intrusivas no analisador multiespectral I-100. Como resultado, obteve-se: 1) bom nível de identificação de corpos de composição variada, com características intrusivas, bem como o relacionamento desses corpos com as principais direções estruturais. 2) compartimentação tectônica da área enfocada, através da individualização das principais faixas de dobramentos, descritas na literatura, formadas e/ou remobilizadas durante os grandes ciclos tectônicos. 3) melhor detalhamento dos corpos intrusivos obtido no I-100, quando comparados a análise visual.</p>			
15. Observações Trabalho a ser apresentado no III Simpósio Regional de Geologia - Curitiba, 12-15 novembro 1981.			

**PROJETO ESTUDO DAS ROCHAS INTRUSIVAS: ESTADOS DO ESPÍRITO SANTO E RIO DE JANEIRO,
PARTES SUL E LESTE DO ESTADO DE MINAS GERAIS E SUDESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Athos Ribeiro dos Santos
Oélio Eustáquio dos Anjos
Marx Prestes Barbosa
Paulo Veneziani

Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq
São José dos Campos - SP - Brasil

Os objetivos do projeto foram: 1) Estudar a viabilidade do mapeamento de rochas intrusivas e estabelecer critérios para o mapeamento geológico regional, em áreas policíclicas e polimetamórficas, utilizando o Método Lógico de fotointerpretação sobre imagens LANDSAT e de RADAR do Projeto RADAMBRASIL; 2) Estudar o comportamento espectral das intrusivas mapeadas, no IMAGE-100. Dentre os métodos de fotointerpretação descritos na literatura especializada, optou-se pelo Método Lógico que foi adaptado em função das resoluções, escalas e características espectrais dos produtos de sensoriamento remoto utilizados. O mapa final encontra-se na escala 1:500.000 e, em linhas gerais, é o resultado das seguintes fases de trabalho: a) Consultas e bibliografia e mapas preexistentes; fotointerpretação de imagens fotográficas LANDSAT e de RADAR na escala 1:250.000; reconhecimento de campo. b) Reinterpretação de imagens LANDSAT na escala 1:500.000; reconhecimento de campo; revisão bibliográfica intensiva. c) Estudo das características espectrais das rochas intrusivas mapeadas no I-100. De um modo geral, os seguintes resultados foram alcançados: 1) Bom nível de identificação de corpos ácidos e básicos com características intrusivas, bem como o relacionamento desses corpos com as principais direções estruturais. Um exemplo de uma das feições mais interessantes que indicam o condicionamento estrutural desses corpos, é a faixa de direção NNE-SSW, que engloba diversas intrusivas, tais como as alcalinas de São Sebastião, de Passa Quatro e de outras e, os granitos de Paraty e de Morro do Chapéu. Esta região é notavelmente controlada por estruturas geológicas com a direção acima citada, que interceptam as direções preferenciais regionais NE-SW. 2) Compartimentação tectônica da área enfocada, através da individualização das principais faixas de dobramentos, descritos na literatura, formadas e/ou remobilizadas durante os grandes ciclos tectônicos. Dada a complexidade da área, optou-se pela subdivisão destes grandes compartimentos tectônicos em unidades com predominância de certos tipos litológicos, sem conotação estratigráfica. Foi dado também especial enfoque ao nível de detalhes estruturais, definindo-se sobre os produtos de sensoriamento remoto utilizados, as principais direções das diversas foliações bem como falhamentos, moga-dobras e sistemas de fraturas. 3) Melhor definição dos limites dos corpos intrusivos obtida no I-100, quando comparados aos da análise visual.

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

ABSTRACT

The objectives of this study were: 1) to study the feasibility of intrusive rock mapping and establish criteria for regional geological mapping in polycyclic and polydeformed areas using Logic Method of photointerpretation of Landsat imagery and radar from RADAMBRASIL project; 2) to study the spectral characteristics of the intrusive rock units mapped using Image-100. Among the available photointerpretation methods described in literature, the Logic Method was used and adapted based on the functions of resolution, scale and spectral characteristics of the remote sensing products. The final map is presented at the scale of 1:500.000. Generally speaking, the procedures involved in this study were: a) collecting available literature and maps of the study area, photointerpreting Landsat and radar imagery (1:250.000) and field work. b) interpreting Landsat imagery of the scale 1:500.000, field checking and intensive literature review. c) studying the spectral characteristics of the intrusive rocks mapped using Image-100 system. The significant results obtained in this study are: 1) acidic and basic bodies with intrusive characteristics can be reasonably identified, also the relationships of these acidic/basic bodies with principal structural directions are observed. An example, indicating that the acidic/basic bodies were conditioned by structure, was the NNE-SSW area, which encompasses various intrusives such as São Sebastião, Passa Quatro, Paraty and Morro do Chapéu. This region is controlled by geologic structures with directions cited above, which intercepted the preferential regional direction of NE-SW. 2) tectonic compartment of the study area through individualization of the principal folded belts described in literature, form and remobilized during the great tectonic cycles. Due to the complexities of the study area, the tectonic compartments were subdivided into units according to their predominant lithologic types, without stratigraphic considerations. Detailed structures were also studied to define principal directions of various foliations, faults, mega-folds and fractural systems on remote sensing products. 3) the boundaries of intrusive bodies were better delineated using Image-100 system than visual analysis.

INTRODUÇÃO

O estudo da viabilidade de individualização de corpos intrusivos e o estabelecimento de critérios para o mapeamento geológico regional, em áreas policíclicas e polimetamórficas, onde predominam rochas gnaissico-migmatítico-graníticas, a través da interpretação visual de produtos de sensoriamento remoto de pequena escala, ao lado da avaliação do comportamento espectral das rochas intrusivas no analisador multiespectral I-100, foram os principais objetivos do projeto Estudo das Rochas intrusivas executado por pesquisadores do Departamento de Sensoriamento Remoto do Instituto de Pesquisas Espaciais (DSR-INPE/CNPq).

A escolha dos produtos MSS do Landsat e mosaicos de Radar do Projeto RADAMBRASIL, sobre os quais se aplicou o Método Lógico de Fotointerpretação (Guy, 1966), foi feita em função dos seguintes fatores:

- 1 - Por serem produtos de pequena escala, isto é, por apresentarem seu pico de efetividade em trabalhos de nível regional (escalas maiores que 1:100.000).
- 2 - Por serem produtos que contêm dados de diferentes bandas do espectro eletromagnético.
- 3 - Por serem produtos de fácil aquisição e de baixo custo relativo e quando utilizados conjuntamente somam-se em volume de informações.
- 4 - Por possuírem características favoráveis ao estabelecimento de critérios de fotointerpretação, baseados na metodologia desenvolvida por Guy (1966).

Em dados de sensoramento remoto, para qualquer tipo de análise que se de seja realizar, o nível de resolução influencia diretamente na qualidade dos resultados. Além disso, o conhecimento prévio a respeito da área a ser estudada, bem como a experiência do fotointérprete e a capacidade de induzir e deduzir, são fatores igualmente importantes, no processamento das feições em seu significado geológico.

Conhecendo-se as características dos produtos utilizados principalmente em termos de resolução, as quais não serão discutidas no presente trabalho (como referência cita-se, por exemplo, Lintz e Simonett, 1976), a problemática da área em questão, que apresenta uma evolução policíclica e polimetamórfica, e a escassez de recursos financeiros, é necessário esclarecer que não se pretendeu solucionar os problemas geológicos e sim criar uma sistemática de interpretação de tais produtos, com o intuito de otimizar a sua utilização.

A eficácia dos critérios adaptados a partir do Método Lógico foi comprovada como será visto ao se analisar o nível de detalhes obtidos, comparativamente aos trabalhos preexistentes em escala regional.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA E JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA

A Figura 1 mostra a localização da área estudada que abrange partes do sudeste do Estado de São Paulo, partes do sul e este do estado de Minas Gerais e os estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo.

As feições morfológicas de maior destaque desta área são os sistemas da Mantiqueira e da Serra do Mar, a bacia do rio Paraíba do Sul, parte da bacia do rio Doce e as faixas costeiras.

Os fatores determinantes de sua escolha podem ser enumerados como se segue:

- 1 - predominância de um complexo gnaissico-migmatítico-granítico com idades variáveis desde o Arqueano ao Pré-cambriano Superior, em quase toda a extensão abrangida pelo projeto, com rochas intrusivas associadas com idades Pré-cambrianas e Mesozóicas;
- 2 - estruturação dos sistemas serranos acima citados durante o Terciário que, aliada à existência dos tipos litológicos predominantes, proporcionou o realce acentuado de feições lineares (retilíneas e curvilíneas);
- 3 - a capacidade potencial de registro destas feições pelos sistemas sensores cujos produtos foram utilizados;
- 4 - a localização geográfica do CNPq/INPE (dentro da área de estudo em São José dos Campos - S.P.), facilitando o acesso;

5 - a existência de trabalhos de nível regional não integrados, mas que poderiam fornecer a base geológica a ser comparada com as interpretações.

METODOLOGIA

O Método Lógico de Fotointerpretação desenvolvido por Guy (1966) para fotografias aéreas convencionais foi adaptado em função das características de escala e de resolução espacial dos produtos utilizados (imagens LANDSAT e RADAR), em função das semelhanças existentes entre estes e as primeiras, sendo a principal a possibilidade de obter para manuseio imagens fotográficas obtidas por câmaras métricas a bordo de aeronaves e imagens fotográficas obtidas como produtos finais dos sinais detectados pelo "SCANNER" do LANDSAT e pelo radar de visada lateral (mosaicos).

As principais diferenças entre os três produtos, de um modo geral, e que mais influenciaram nas conclusões da fotointerpretação geológica, dizem respeito à resolução espacial (inferior nas duas últimas), à escala (menor nas duas últimas) e impossibilidade de utilização do recurso da estereoscopia (com as duas últimas).

Mas como imagens fotográficas, é óbvio que as imagens do LANDSAT e os mosaicos de Radar estão sujeitos aos fatores que controlam a textura fotográfica (Soares e Fiori, 1976), que serão citados posteriormente e assim sendo, torna-se compatível a adaptação do Método Lógico, que se baseia na análise textural.

Em linhas gerais as regras que conceituam este método podem ser enunciadas como se segue:

- Fotoleitura - consiste na deteção, isto é, com um simples exame visual da imagem fotográfica que algo existe, e na identificação, que significa a existência, nos dados de sensoriamento remoto, de alguma informação que identifica o objeto ou feição detectada.

- Fotoanálise - consiste na análise dos elementos textura e estrutura fotográficas, formas e na individualização de áreas imageadas que possuem características semelhantes.

- Fotointerpretação - consiste nos processamentos indutivos e dedutivos destas áreas em seu significado geológico.

Acrescenta-se ainda a análise dos níveis de cinza que, no caso das imagens fotográficas do LANDSAT representam as características espectrais do material superficial imageado e, no caso dos mosaicos de radar, uma relação entre o sinal emitido e o recebido.

Os principais elementos de fotointerpretação analisados (já citados anteriormente), foram a textura e a estrutura fotográficas e as formas, nos quais se baseiam as propriedades texturais de relevo e da rede de drenagem, os níveis de cinza e a sombra.

É importante citar os principais fatores que controlam a textura fotográfica, do ponto de vista geológico, para que se compreenda o inter-relacionamento entre as feições e as propriedades acima citadas. Soares e Fiori (1976) os descreveram de maneira excelente para as fotografias aéreas convencionais e portanto, neste trabalho, limita-se a enumerá-los, enfatizando que no caso dos produtos utilizados, eles devem ser considerados a nível regional. Os principais são:

- 1 - Morfogenéticos - são aqueles responsáveis pela formação do relevo, como o clima, tectônica recente e etc...

- 2 - Litológicos - são a resistência à erosão das grandes unidades geológicas, que na maioria das vezes são representadas por mais de um tipo petrográfico, a permeabilidade, a plasticidade e a tropia. Estas duas últimas sendo responsáveis respectivamente pelo desenvolvimento de fraturamentos e de formas orientadas de relevo

influenciam a textura dos produtos utilizados mas, na maioria das vezes, não se pode distinguir quais as lineações de relevo e drenagem são devidas a zonas de concentração de fraturas.

3 - Deformacionais - são os dobramentos e falhamentos de dimensões quilométricas e as zonas de concentração de fraturas de origem tectônica. Para estas vale a afirmação feita no parágrafo anterior.

As principais propriedades texturais das formas de relevo observadas e estudadas nas imagens fotográficas utilizadas foram a densidade textural de relevo, as lineações e os alinhamentos, as quebras positivas e negativas e a assimetria, enquanto as principais da rede de drenagem foram a densidade textural de drenagem, os alinhamentos, as lineações ou curvaturas, a tropia, a uniformidade e a assimetria.

Através do estudo destas propriedades, definem-se as zonas homólogas sobre as imagens fotográficas utilizadas, cujos limites podem ser bem definidos ou difusos e não necessariamente coincidentes com os contatos de unidades geológicas. Definem-se os graus de estruturação (de relevo e de drenagem), assimetria (de relevo e de drenagem) e o grau de uniformidade (da rede de drenagem).

Estas zonas homólogas refletem características superficiais da área imageada da que podem ser individualizadas, representando ou não feições geológicas, tais como unidades litológicas ou associações destas e, dificilmente unidades litoestratigráficas.

Os graus de estruturação (de relevo e drenagem) fornecem indicações sobre a anisotropia do substrato e a existência ou não de falhamentos e dobramentos do material rochoso imageado. Eles são definidos através da relação de intensidade de alinhamentos e lineações de relevo e drenagem.

Os graus de assimetria (de relevo e drenagem) podem fornecer informações sobre o sentido do mergulho de feições planares e o grau de uniformidade da rede de drenagem (ou de um canal); dá idéia a respeito da homogeneidade do material rochoso imageado.

1ª ETAPA DE TRABALHO

Na primeira etapa de trabalho, realizou-se a análise dos alinhamentos e lineações dos elementos texturais de relevo e dos alinhamentos, lineações ou curvaturas dos elementos texturais de drenagem, sobre as imagens fotográficas do LANDSAT e mosaicos de radar na escala 1:250.000. Paralelamente, consultou-se bibliografias e mapas preexistentes.

Obtiveram-se folhas, na escala 1:250.000, a partir da confecção de bases planimétricas extraídas dos mosaicos de radar, contendo as seguintes feições geológicas.

1 - Traços de falha - feições lineares, originadas pelo alinhamento de drenagem e/ou dos elementos texturais de relevo, que ocasionam forte estruturação, com dimensões que ultrapassam 3,5 km de comprimento (Northfleet et alii, 1971), na superfície do terreno.

2 - Traços que refletem uma zona de concentração de fraturas - feições lineares originadas pelas lineações dos elementos texturais de drenagem e/ou de relevo, com dimensões até 3,5 km de comprimento na superfície do terreno, cruzando as direções preferenciais da tendência geral da foliação (conhecidas previamente).

3 - Traços de foliação - feições lineares originadas pelas lineações dos elementos texturais de relevo e/ou de drenagem.

4 - Estruturas circulares - feições lineares em arco, originadas pelas curvaturas de drenagem (padrão clássico anelar), pela disposição radial da drenagem e ou pelas curvaturas das lineações texturais de relevo.

O objetivo específico desta etapa foi a exploração da alta densidade de feições lineares, que são observadas nos produtos de sensoriamento remoto utilizados e correlação com as estruturas geológicas, principalmente com as anomalias circulares que podem ser indícios de rochas intrusivas.

Após as interpretações seguiu-se uma fase de reconhecimento de campo durante cerca de 30 dias, (duas equipes), quando se procurou, na medida do possível, verificar as estruturas circulares com o intuito de caracterizar a existência ou não de rochas intrusivas.

2ª ETAPA DO TRABALHO

O objetivo específico desta etapa foi correlacionar os dados obtidos sobre as rochas intrusivas com a geologia da área do projeto, através da fotointerpretação geológica das imagens fotográficas do LANDSAT e mosaicos de radar, correlação com trabalhos preexistentes e reconhecimento de campo, para o estabelecimento de critérios de adaptação do Método Lógico (Guy, 1966), no mapeamento geológico regional de áreas policíclicas e polimetamórficas.

Dividiram-se os trabalhos nas seguintes fases: análise da rede de drenagem, análise das formas de relevo, análise dos níveis de cinza e processamento dedutivo e indutivo das feições analisadas em seu significado geológico.

ANÁLISE DA REDE DE DRENAGEM

Os valores que podem ser obtidos através da análise da rede de drenagem são:

- Localização e extensão de materiais superficiais com diferenças significativas e feições de controle.
- Permeabilidade relativa.
- Grau de uniformidade dos materiais.
- Localização e extensão de variações locais.
- Extensão das vertentes e grau de dissecação.
- Inferências sobre a natureza das rochas e sentido do mergulho de feições planares.

A obtenção destes valores constitui o objetivo da análise da rede de drenagem e são conseguidos através do estudo das propriedades anteriormente mencionadas.

No entanto, como o grau de dissecação do relevo é muito elevado para quase toda a extensão da área do projeto, é praticamente impossível traçar a rede de drenagem com o nível de detalhes requerido, a partir dos produtos de sensoriamento remoto utilizados.

Assim sendo, existem duas alternativas para realizar tal análise:

1 - Caracterizar as zonas homólogas e as feições de controle, em função das propriedades texturais da rede de drenagem, diretamente sobre os produtos com restrições que são devidas essencialmente à insuficiência relativa às resoluções espaciais dos sistemas que prejudicam o discernimento necessário dos canais.

2 - Copiar folhas topográficas com escalas maiores que as dos produtos utilizados e reduzi-las para a escala de trabalho em transparências que poderão ser adaptadas sobre as imagens fotográficas, oferecendo assim, uma visão integrada (foram feitos testes com folhas 1:50.000 e 1:250.000).

As duas alternativas foram utilizadas, principalmente a primeira, e, apesar dos problemas surgidos, delimitaram-se as zonas homólogas a nível regional e delimitaram-se as principais feições lineares.

ANÁLISE DAS FORMAS DE RELEVO

Os valores que podem ser obtidos através da análise das formas de relevo são:

- Expressão morfológica dos materiais superficiais imageados.
- Idéia relativa sobre a resistência à erosão.
- Existência de formas orientadas ou não.
- Inferências sobre a natureza das rochas e mergulho de feições planares.

A estruturação do relevo é o reflexo dos materiais rochosos, que jazem na superfície terrestre, e dos agentes atmosféricos (clima, água, gelo, etc...), que atuaram e atuam sobre estes materiais, modelando-os e criando sua expressão morfológica.

Esta expressão é dependente da constituição destas materiais (química e física), e do tipo de agente cuja atuação predomina sobre os mesmos.

Considerando-se que da região costeira até a Serra da Mantiqueira o clima é pluvioso com curtos períodos de seca, e que a partir desta serra, em direção ao interior do continente, o clima é mais seco, havendo inclusive secas prolongadas, as seguintes consequências serão observadas:

1 - Na primeira região, onde as variações litológicas não são muito acentuadas, o regime de chuvas torrenciais constantes modela o relevo pelo efeito mecânico das águas superficiais, não sendo esta modelagem muito influenciada pela natureza das rochas. Estes dois fatos aliados tornam a expressão morfológica dos materiais superficiais imageados muito difusa.

2 - Na segunda região, a situação praticamente se inverte, em função de suas características climáticas (principalmente) e da natureza de suas rochas. É possível observar variações mais significativas na expressão morfológica, pois "as águas percolantes mantêm um lento ataque químico antes do efeito mecânico das chuvas torrenciais"... (Braune e Batista, 1978). Assim, as variações de solubilidade e permeabilidade das rochas permitem que haja uma grande variação dos materiais superficiais, em função da resistência à desagregação.

Considerando-se os fatos acima expostos, realizou-se a análise das formas de relevo através do estudo das propriedades texturais do mesmo.

A densidade textural é a propriedade de maior destaque nos produtos utilizados, em função da pequena escala, e através dela obteve-se a delimitação de zonas homólogas em densidade textural de relevo, conseguindo-se uma idéia sobre o grau de dissecação e subordinadamente da resistência à erosão das unidades imageadas.

Os alinhamentos e lineações também possuem real destaque e indicam falhas (alinhamentos), zonas de falha (lineações paralelas que causam forte estruturação e constituem "faixas" alinhadas), foliações (lineações) e zonas de concentração de fraturas (lineações), com as restrições citadas anteriormente.

As quebras de relevo (com dimensões quilométricas) indicaram os contatos entre as diferentes zonas homólogas em densidade textural.

A assimetria do relevo indicou, através da observação de cristas com dimensões quilométricas, o sentido do mergulho de feições planares.

ANÁLISE DOS NÍVEIS DE CINZA

No caso dos produtos multiespectrais do LANDSAT, que apresentam registros de energia refletida na região do visível ao infravermelho próximo, não foi possível discriminar diferentes tipos litológicos. A análise foi orientada no sentido de discriminar grandes áreas, cuja associação solo-vegetação-rocha-água (umidade), pudesse representar unidades geológicas regionais.

No caso dos mosaicos de radar, a análise dos níveis de cinza foi mais restrita ainda, pois estes não estão relacionados diretamente com características intrínsecas do material imageado.

FOTOINTERPRETAÇÃO

Durante as fases de análise foram obtidos modelos fotointerpretativos da rede de drenagem, formas de relevo e dados referentes à análise dos níveis de cinza. Todos estes dados foram integrados sobre as folhas 1:250.000 e processados em seu significado geológico, chegando-se à confecção dos mapas fotogeológicos.

Estes mapas, que contêm áreas delimitadas em função de suas características superficiais imageadas e analisadas, mostravam unidades geológicas bem definidas (sem conotação estratigráfica), ou então, associações destas e os traços representantes de estruturas geológicas. As suas principais diferenças com trabalhos precedentes foram objeto de verificação no campo.

Esta fase, por sua vez, constou do trabalho de duas equipes durante 40 dias, tempo evidentemente insuficiente que serviu para elucidar alguns problemas e acrescentar outros. Desenvolveu-se através da realização de perfis perpendiculares às principais direções estruturais (na medida do possível), de modo contínuo e espaçado, entre si cerca de 50 km.

Após este reconhecimento, os dados foram reinterpretados e comparados novamente com os trabalhos preexistentes e se chegou à confecção do Mapa Fotogeológico com Dados de Campo e de Consultas Bibliográficas.

ANÁLISES NO IMAGE-100

O tratamento automático de imagens multiespectrais do LANDSAT baseia-se no fato de que alvos naturais ou construídos pelo homem irradiam e/ou refletem de maneira diferenciada a energia que sobre eles incide, em determinada banda do espectro eletromagnético e pode ser medida por um sistema sensor. Todo o processo de tratamento automático é realizado com a ajuda do sistema de Análise Multiespectral - Image 100 (I-100), através de imagens digitalizadas em fitas compatíveis com o computador. Este sistema é interativo e dotado de programas especiais.

A seguir, descreve-se o procedimento para uma das áreas estudadas, a região de Governador Valadares (M.G.). Ressalta-se aqui que o produto final (Figura 2) é o somatório das análises visuais, segundo o Método Lógico, dos diversos diapositivos e fotografias obtidos no I-100.

Como objetivo, o tratamento automático visou a avaliação do processo na definição dos limites dos corpos graníticos e o detalhamento estrutural destes corpos e áreas adjacentes.

A área de interesse foi ampliada para a escala 1:150.000 e os seguintes programas foram aplicados:

1 - "Contrast Stretch" - permite uma modificação da imagem original, realçando os contrastes entre os níveis de cinza. Este programa foi usado sobre as bandas 5 e 7 do LANDSAT.

2 - "Ratioing" - transforma os dados brutos da imagem original (espaços de observação) em dados mais característicos dos alvos, com a finalidade de torná-los menos dependentes das condições do meio ambiente, do modo ou tipo de observação e do tipo de sensor. Bandas adjacentes devem ser usadas, pois sofrem influências atmosféricas semelhantes. Neste caso utilizou-se a razão 4:5 (banda 4 dividida pela 5).

3 - "Ratioing" mais Filtro Bidimensional Curto tipo 3 - este filtro permite uma filtragem digital que melhora a qualidade da imagem (original ou não - no caso presente foi aplicado sobre a imagem processada pelo "Ratioing"), realçando ou suavizando suas bordas, definindo melhor as feições lineares. A filtragem é feita através da utilização de determinados parâmetros, que no presente trabalho foram os seguintes: A = 1, B = 2, C = 27, D = -2.

GEOLOGIA

A área enfocada neste trabalho é caracterizada por uma evolução bastante complexa, devido aos diversos eventos geológicos que se superimpuseram, resultando em grandes transformações dos tipos litológicos aí existentes, cujas relações litoestratigráficas são ainda hoje, mal definidas. Dada a impossibilidade da utilização, em toda a área, de critérios litoestratigráficos e levando-se em consideração os objetivos do trabalho, optou-se pela subdivisão em grandes unidades geotectônicas que, com maior ou menor grau de conhecimento, são aceitas no meio geológico. Estas grandes unidades estão relacionadas aos principais ciclos tectônicos que afetaram e/ou remobilizaram as rochas da região, ou seja, os ciclos Jequié (~ 2.800 ma), Transamazônica (2.200 - 1.800 ma), Uruaçuano (1.400 - 900 ma) e Brasileiro (700 - 450 ma) (Almeida et alii, 1973), (ver Figura 1).

A partir desta estruturação, as rochas cristalinas foram subdivididas, sem conotação estratigráfica, em unidades com predominância de certos tipos litológicos, adotando-se uma sistemática já utilizada por diversos autores, em trabalhos de mapeamento regional desenvolvidos na região. Assim, as rochas Pré-cambrianas foram estruturadas nas seguintes unidades:

A - *Embasamento Remobilizado (p é er)* - Esta unidade inclui rochas de idades diversas, englobadas por vários autores sob a denominação de Pré-cambriano Indiferenciado, rochas atribuídas aos grupos Barbacena (Barbosa em 1952, Apud Braun e Batista, 1978), Paraíba do Sul (Ebert, 1957) e Amparo (Ebert, 1968). A unidade é constituída de rochas consideradas como de idades Transamazônicas ou mais antigas, remobilizadas pelos eventos posteriores. As rochas desta unidade foram subdivididas nas seguintes grupos litológicos:

1 - Predominância de migmatitos policíclicos heterogêneos com estruturas diversas, com paleossoma xistoso ou gnáissico e, subordinadamente, gnaisses, xistos, quartzitos, anfíbolitos e calcossilicatadas (p é er me(gn)); predominância de gnaisses em relação aos termos anteriormente descritos (p é er gn(me)); predominância de gnaisses e, subordinadamente, migmatitos policíclicos heterogêneos, xistos, quartzitos, anfíbolitos, calcossilicatadas, gonditos e metabasitos (p é er gn(go)); predominância de migmatitos policíclicos heterogêneos com paleossoma diorítico (p é er me(di)).

2 - Predominância de migmatitos policíclicos homogêneos de estruturas diversas (p é er no); predominância dos mesmos migmatitos e gnaisses subordinados (p é er mo(gn)); idem com rochas charnockíticas (p é er mo(ch)).

3 - Predominância de rochas ectiniticas metassedimentares, como xistos, quartzitos, anfíbolitos, calcossilicatadas e gnaisses subordinados (p é er ec).

4 - Predominância de rochas charnockíticas, enderbíticas e granulíticas, com gnaisses e migmatitos policíclicos heterogêneos, com paleossoma charnockítico e migmatitos policíclicos homogêneos, subordinados (p é er ch).

5 - Predominância de rochas granitóides de composições diversas e migmatitos policíclicos homogêneos subordinados (p é er gr(mo)).

6 - Predominância de rochas gnáissicas e migmatíticas policíclicas de estruturas diversas, com composição kinzigítica, com gnaisses e migmatitos policíclicos heterogêneos subordinados (p é er kz).

7 - Predominância de gnaisses com xistos, quartzitos, anfibolitos e metabasitos subordinados, localmente migmatizados (p é er gn(ec)).

8 - Predominância de rochas marmorizadas (p é er ma).

B - *Região de Dobramento Uruaçu-Brasília* (p é ub) - Esta unidade inclui as rochas definidas como grupos Andrelândia (Ebert, 1958, 1968) e São João del Rei (Ebert, 1957, 1967). Segundo Almeida et alii (1973), o Grupo Andrelândia representa uma unidade formada durante o ciclo Uruaçuano, enquanto o grupo São João del Rei constitui o prolongamento sul da "Faixa de Dobramento Brasília", de idade Brasileira. As rochas desta unidade foram subdivididas nos seguintes grupos litológicos:

1 - Predominância de rochas ectiníticas, metassedimentares, como xistos, quartzitos, filitos, mármore, calcossilicatadas, gnaissóides, gnaisses, anfibolitos, ultramafitos e, localmente, migmatitos de estruturas diversas (p é ub ec).

2 - Predominância de gnaisses e migmatitos com paleossoma gnáissico (p é ub gn).

C - *Região de Dobramento Sudeste* (p é b) - (Almeida et alii, 1976) - Esta unidade, dentro da área de estudo, inclui, principalmente rochas pertencentes ao Grupo Açungui (Derby em 1978, Marini et alii, 1967, Apud Silva et alii, 1977). As rochas desta unidade são relacionadas, por diversos autores, ao ciclo Brasileiro. Subdividiu-se esta área nos seguintes grupos litológicos:

1 - Predominância de rochas ectiníticas metassedimentares, como metassiltitos, metarcozóseos, metagruvacos, filitos, xistos, quartzitos, anfibolitos, calcáreos, mármore e calcossilicatadas (p é b ec);

2 - Predominância de migmatitos unicíclicos heterogêneos com estruturas diversas e paleossoma gnáissico ou xistoso e, subordinadamente, gnaisses, ectinitos e granitóides (p é b mc); predominância dos mesmos migmatitos e gnaisses (p é b mc(gn)).

3 - Predominância de migmatitos unicíclicos homogêneos, com estruturas diversas e, subordinadamente, gnaisses e granitóides (p é b mo); predominância dos mesmos migmatitos e gnaisses (p é b mo(gn)).

A cobertura sedimentar de idade que varia do Terciário ao Quaternário está representada pelos depósitos das bacias de São Paulo, de Taubaté, de Resende; na faixa costeira, pela Formação Barreiras (Branner, 1902; apud Fontes et alii, 1978), de grande distribuição superficial; depósitos aluvionares, coluvionares e marinhos.

O magmatismo granitóide, de idade Brasileira, atuou de forma intensa em toda a área do projeto, particularmente nos estados de São Paulo e do Rio de Janeiro e é representado por corpos de composição e tamanhos diversos que, em relação ao ciclo, variam deste sítio a pós-tectônicos (Hasui et alii, 1978; Wernick e Penalva, 1978). Já uma parte do magmatismo ultrabásico e intermediário e as alcalinas são atribuídas à tectônica traccional, desenvolvida na Plataforma Brasileira durante o Mesozóico-cenozóico, enquanto outra parte destas ultrabásicas e intermediárias são Pré-cambrianas.

ESTRUTURAS

Uma rápida análise do mapa geológico da região ressalta a importância dos sistemas de falhas que ocorreu na área, para a compreensão de sua história geológica.

Esta região em sua porção sul, a oeste do meridiano 42°00 W é modelada por direções predominantemente ENE-WSW, representadas por grandes falhamentos transcorrentes que chega a atingir centenas de quilômetros de extensão, impondo-se sobre diferentes litologias e diversas unidades geológicas. Estes falhamentos originaram

faixas cataclásticas associadas, que chegam a atingir 10 quilômetros de largura, onde são encontrados os mais variados termos de metamorfismo cataclástico; são concordantes com a direção geral do bandamento, controlam e delimitam corpos granitoides, geralmente alongados e sintectônicos ao evento Brasileiro.

Hasui et alii (1978), descreveu estas falhas como um aspecto fundamental do Pré-cambriano de São Paulo, Rio de Janeiro e Sul de Minas Gerais que fazem parte da Faixa Ríptil Paraíba do Sul e Braun, 1972 in Hasui et alii (1978d) ou da zona de Transcorrência São Paulo - Hasui, 1975, in Hasui et alii (1978d) - com movimentação global dextral.

A leste do meridiano $42^{\circ}00'W$, os grandes falhamentos infletem-se para N, terminando próximo ao meridiano $41^{\circ}00'W$. A maioria dos falhamentos na parte norte do paralelo $21^{\circ}00'S$ aparentam ser de gravidade, embora não se tenha evidências deste fato. Tem direção predominante para NNW-SSE e NNE-SSW.

De Vitória (ES) em direção NNW, passando por Mantena (MG) até Ataléia (MG), ocorre uma larga zona de falhamentos descontínuos, onde é comum a ocorrência de rochas cataclásticas, foliadas segundo a mesma direção.

Vários outros "trends" ou padrões estruturais secundários ou menos evidentes são observados nas imagens LANDSAT e mosaicos de RADAR. Entre eles destacam-se as direções NE-SW, EW e NS.

Brenner et alii (1980) descrevem para a região norte do Rio de Janeiro e a assertiva é válida para quase toda a área, que as diversas faixas cataclásticas são identificadas não por um traço, mas sim por uma zona de predominância de blastomilonitos, que em geral representam a porção central de uma complexa associação de milonito-gnaisses e blastomilonitos, que podem mesmo incluir porções praticamente preservadas da intensa deformação verificada nessas faixas.

O acamamento e a foliação conferidas pela xistosidade, estratificação reliquiar dos epimetamorfitos e rochas gnaissico-migmatíticas, têm direções paralelas às direções estruturais regionais, podendo discordar localmente, devido a dobramentos estruturais ou condições de mergulho mais suaves. Na Região de Dobramento Uruaçu-Brasília, grupos São João del Rei (Ebert 1958, 1968) e Andrelândia (Ebert, 1957 e 1967), tem-se um estilo tectônico distinto, onde são encontradas duas direções principais de xistosidade, NNW-SSE e NW-SE.

A mais importante dessas feições é o bandamento, cujo notável paralelismo entre faixas de composição distinta, particularmente em rochas atribuídas à Região de Dobramento Sudeste, grupo Açungui, Derby, 1978 in Silva et alii (1977) e ao Embasamento Remobilizado (Grupo Paraíba do Sul, Ebert, 1957) é bastante característico. Essas alternâncias de leitos de composição diferente podem ser causadas por processos tectônicos, gnaissificação tectônica (ortocharnockitos gnaissificados), ou pela compressão de uma rocha onde originalmente alternavam leitos de composição distinta (Brandalise et alii, 1976).

Inúmeras estruturas dobradas importantes ocorrem em toda a região, exibindo maior ou menor densidade em função das unidades que compõem o quadro geológico da área e dos processos tectônicos que atuaram sobre estas. As características dos dobramentos são bastante variadas em função da diversidade litológica e posicionamento estratigráfico das unidades, bem como o metamorfismo e magmatismo que as afetaram. De maneira geral, estes dobramentos são configurados pelo acamamento reliquiar original e pela xistosidade plano-paralela àquela, nas rochas epimetamórficas, o mesmo ocorrendo nos migmatitos estronáticos unicíclicos (Silva et alii, 1977).

Donath e Parker em 1964 (Hasui, 1973) classificam as dobras observadas na folha São Romão e Pilar do Sul em duas categorias: dobras de flexão e dobras de cisalhamento. As dobras de flexão são mais importantes e apresentam-se com dimensões que podem variar desde microscópicas até decaquilométricas, escalonáveis em várias ordens. Hasui (1973) descreve as dobras maiores como antiformas em cujos núcleos se

introduziram alguns corpos granitóides sintectônicos, ou onde se vêem rochas metamórficas mais transformadas (migmatitos oftálmicos). As dobras em geral são visíveis somente em escala de afloramento, quando estruturas sinformais e antiformais são de duzíveis a partir de fotointerpretação aliada à atitude dos bandamentos. Apenas as mega-dobras, que ocorrem na região de desenvolvimento da Região de Dobramento Aruaçu-Brasília, onde podem ser distinguidas anticlinais e sinclinais, caracterizadas pela direção da xistosidade NE-SW, são vistas diretamente nas imagens LANDSAT e mo saicos de RADAR.

No campo foram observadas diferentes fases de deformação que podem estar associadas aos diferentes ciclos tectônicos sofridos pelas rochas da região. Estas fases são caracterizadas por transposições sucessivas, testemunhadas por relictos de dobras intrafoliais e pelo reconhecimento de diferentes fases de migmatização, prin cipalmente.

A delimitação das principais áreas de atuação dos diferentes ciclos tectônicos foi baseada, em parte, nestas observações (embora preliminarmente) e em con sultas bibliográficas.

CONCLUSÕES

Através da análise dos resultados obtidos neste trabalho, algumas conclu sões foram elaboradas, dentre as quais as mais relevantes são:

1 - Após sofrer as adaptações em função da resolução espacial, da ausência do recurso da estereoscopia e da escala dos produtos utilizados, o Método Lógico mos trou-se bastante eficaz, permitindo que o potencial, dos mesmos para atingir os ob jetivos propostos, fosse melhor aproveitado.

2 - A utilização conjunta de produtos fotográficos obtidos a partir do processamento de dados detectados por sistemas diferentes ("SCANNER" e RADAR) supre muitas de suas deficiências.

3 - A análise espectral dos corpos intrusivos no IMAGE-100 contribuiu, através de técnicas de realce e filtragens, para o melhor detalhamento das relações de con tato, bem como para a melhor caracterização do condicionamento estrutural destes corpos.

As técnicas de classificação automática, supervisionadas ou não, mostraram resultados pouco positivos em relação aos objetivos propostos.

4 - Considerando-se que os trabalhos de campo e as análises petrográficas foram bastante restritas, o mapa fotogeológico final, quando comparado aos trabalhos pre cedentes na mesma escala, possui um nível de detalhes compatível. Neste contexto, alguns pontos podem ser destacados:

- os corpos com características intrusivas, de diversas composições, já co nhecidos na literatura, puderam ser individualizados, desde que possuíssem dimen sões compatíveis;

- o condicionamento tectônico de corpos graníticos pode ser perfeitamente delineado, através de suas interrelações com as direções estruturais principais, sen do possível, na maioria dos casos, inferências sobre a relação estrutural com as ro chas encaixantes, isto é, se concordantes, parcialmente concordantes ou dis cordantes. Estas evidências são observadas nos produtos utilizados em função da forma do corpo (alongado ou circular) e das foliações que o transpassam ou o circundam;

- o condicionamento estrutural também pode ser observado, através da identi ficação de faixas controladas por falhamentos, com direções transversais à tendên cia regional das foliações e que contêm diversos corpos intrusivos. Um exemplo é a faixa de direção NNE-SSW, que engloba diversas intrusivas como os maciços alcalinos de S. Sebastião, de Itatiaia, de Passa Quatro e de Morro Redondo e os granitos de Paraty e do Morro do Chapéu.

5 - A compartimentação da área em grandes unidades tectônicas e a subdivisão destas, em zonas com predominâncias de certos tipos litológicos, mostrou-se viável para esta região de evolução policíclica e polimetamórfica.

6 - O nível de detalhamento estrutural, atingido em relação aos trabalhos anteriores (na mesma escala), é bom quanto às estruturas macroscópicas (falhamentos e megadobras), embora não tenha sido possível discriminar as falhas mapeadas; e razoável, quanto às estruturas mesoscópicas, quando apenas foram obtidos os traços de foliação que representam os "trends" regionais e, em alguns casos, o sentido do mergulho destas feições planares.

7 - Para a região de São Paulo e sul de Minas Gerais, o nível de detalhes obtidos foi maior, pois o conhecimento geológico relativo à área é mais detalhado. Em função deste fato, três aspectos merecem destaque:

- Quanto maior o volume de dados obtidos a respeito de uma determinada região, através de trabalhos convencionais (perfis de campo, análises petrográficas, datações, etc...) ou de consultas a trabalhos preexistentes, maior é o volume de informação que se consegue extrair dos produtos utilizados, em função do inter-relacionamento das características dos materiais rochosos imageados e sua influência na textura fotográfica;
- consequentemente, a substituição das fotos aéreas convencionais, em se tratando de trabalhos a nível regional, por estes produtos, pode ser feita com vantagens;
- a relação custo/efetividade poderá ser otimizada quando tais trabalhos forem realizados por órgãos ou companhias com infra-estrutura adequada.

8 - As principais dificuldades serão listadas a seguir em ordem de importância:

- Complexidade geológica da área devido a fatores litológicos, estruturais e de idades;
- dificuldades financeiras que limitaram a realização de trabalhos de campo e análise petrográficas;
- Resolução espacial e ausência do recurso da estereoscopia, dos produtos utilizados, que restringiram o nível de observações quanto aos elementos componentes da rede de drenagem, das formas das encostas e das estruturas mesoscópicas.

9 - Sob as condições atuais (julho de 1981), o custo do projeto está em torno de Cr\$ 40,00/km²

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

- Almeida, F.F.M. de; Amaral, G.; Cordani, U.G. e Kawashita, K. - 1973 - The Precambrian Evolution of South American Cratonic Margin South of the Amazon River. In: The Ocean basins and margins. New York Plenum Publ. 1:411-466, New York.
- Almeida, F.F.M. de; Hasui, Y.; Brito Neves, B.B. de - 1976 - The Upper Precambrian of South American. Bol. IG 7:45-80, Inst. Geoc. Univ. S. Paulo.
- Barbosa, M.O.; Santos, A.R. dos; Anjos, C.E. dos e Veneziani, P. - 1981 - Projeto Estudo das Rochas Intrusivas, Relatório Final. INPE-CNPq, São José dos Campos (no prelo).
- Brandilise, L.A.; Ribeiro, J.H. e Ferrari, P.G. - 1976 - Projeto Vale do Paraíba do Sul, DNEP - CPRM, 411 pp., Belo Horizonte.
- Braun, O.P.G. e Baptista, M.B. - 1978 - Considerações sobre a Geologia Pré-cambriana da Região Sudeste e parte da Região Centro-Oeste do Brasil. An. da Reunião Preparatória para o Simpósio sobre o Craton do São Francisco e suas Faixas Marginais. Soc. Bras. Geol., Bol. Esp. n. 3, pp. 225-350, Salvador.
- Brenner, T.L.; Ferrari, A.L.; Penha, H.M. - 1980 - Lineamentos Estruturais do Nordeste do Estado do Rio de Janeiro, An XXXI, Congr. Bras. Geol., pp. 2551-2564. Balneário de Camboriú.

- Cavalcante, J.C.; Cunha, H.C. da S.; Chieragati, L.A.; Kaefer, L.Q., Rocha, J.M. da; Daitx, E.C.; Coutinho, M.G. da N.; Yamamoto, K. Drumond, J.B.V.; Rosa, D.B. e Ramalho, R. - 1979 - Projeto Sapucaí. Relatório Final de Geologia. DNPM-CPRM, Ser. Geol., n. 4, Sec. Geol. Bas. n. 2, 299 pp., Brasília.
- Ebert, H. - 1957 - Beitrang zur Gliederung des Prakanbriuno in Minas Gerais. Geologisch, Rundschau, 45(3):471-521, Stuttgart.
- Ebert, H. - 1958 - Discordâncias Pré-Cambrianas em Carandá, Minas Gerais, DNPM-DGM, Bol. 183, 49 pp., Rio de Janeiro.
- Ebert, H. - 1967 - A estrutura precambriana do sudeste de Minas Gerais e áreas adjacentes. Bol. Paran. Geoc. (26):42-45, Curitiba.
- Ebert, H. - 1968 - Ocorrência de facies granulido ao sul de Minas Gerais e em áreas adjacentes, em dependência da estrutura orogênica: hipóteses sobre sua origem. An. Acad. Bras. Ciên., 40, suplemento, 215-229 pp., Rio de Janeiro.
- Fontes, C.Q.; Neto, C.J. Costa, M.R.A.; Baltazar, O.F.; Silva, S.L. da e Vieira, V. S. - 1978 - Projeto Jequitinhonha. Relatório Final, DNPM-CPRM, 543 pp., Belo Horizonte.
- Guy, M. - 1966 - Quelques principes et quelques expériences sur la methdologie de la photo interpretation. Acte du II Symposium International de Photo-Interpretation, 1:21-41, Paris.
- Hasui, Y. - 1973 - Tectônica da área das Folhas de São Roque e Pilar do Sul, Tese de Livre Docência: Inst. Geociênc. USP, 190 pp., São Paulo.
- Hasui, Y.; Almeida, F.F.M. de e Brito Neves, B.B. de - 1978a - As Estruturas Brasileiras. An. XXX Congr. Bras. Geol., pp. 2433-2437, Recife.
- Hasui, Y.; Carneiro, C.D.R. e Bistrich, C.A. - 1978b - Os Granitos e Granitoides da Região de Dobramentos Sudeste nos Estados de São Paulo e Paraná. An. XXX Congr. Bras. Geol., pp. 2594-2608, Recife.
- Hasui, Y.; Ponçano, W.K.; Bistrich, C.A.; Stern, D.P.; Galvão, C.A.C.F.; Gimenez, A. F.; Almeida, M.A. de; Pires Neto, A.G.; Melo, M.S. de e Santos, M. do C.S. R. dos - 1978c - Geologia da Região Administrativa 3 (vale do Paraíba) e parte da Região Administrativa 2 (litoral) do Estado de São Paulo Inst. Pesq. Tecn. (Publicação IPT 116), São Paulo.
- Hasui, Y.; Sadowski, G.R e Carneiro, C.D.R - 1978d - A zona marginal sul do Craton São Francisco. An. de Reunião Preparatória para o Simpósio sobre o Craton do São Francisco e suas Faixas marginais Soc. Bras. Geol., Publ. Esp. n 3, pp. 205-213, Salvador.
- Lintz Jr. J. e Simonett, D.S - 1976 - Remote Sensing of environment. Massachusetts, Addison - Wesley Publishing Co., 694 pp.
- Northfleet, A.A.; Bettini, C. e Chaves, H.A.F. - 1971 - Aplicação de geomatemática à prospecção de petróleo e análise de fraturas por poliedros ortogonais. An. XXX Congr. Bras. Geol., pp. 61-70, São Paulo.
- Silva, J.N. e Ferrari, P.G. - 1976 - Projeto Espírito Santo. Relatório Final. DNPM-CPRM (Relatório inédito), S. ed., Belo Horizonte.
- Silva, A.T.S.F. da; Chidi Filho, C.; Chiodi, D.K. e Pinho Filho, W.D. de - 1977 - Projeto Santos - Iguape, Relatório Final - Geologia. DNPM-CPRM, 640 pp., São Paulo.
- Soares, P.C. e Liori, P.C. - 1976 - Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografia aéreas em geologia. Not. Geomorfol., 16(32):17-104, Campinas.
- Wernick, E.; Oliveira, M.A.F. de; Kawashita, K.; Cordan, U.G. e Delhal, J. - 1976 - Estudo geocronológico pelo método Rb/Sr em Rochas de Bloco Jundiá e Regiões Adjacentes. Rev. Bras. Geoc. 6(2):125-135, São Paulo.
- Wernick, E. - 1978 - Contribuição a estratigrafia do pré-cambriano do leste do Estado de São Paulo e áreas vizinhas, Rev. Bras. Geoc., 8(3):206-216, São Paulo.
- Wernick, E. e Penalva, F. - 1980 - Contribuição ao conhecimento das Rochas granitoides do Sul do Brasil, Rev. Bras. Geoc., 8(2):113-133, São Paulo.

A Figura 1 mostra o mapa geológico simplificado. As unidades descritas no Item Geologia foram agrupadas na Figura 1 da seguinte forma:

- 1 - Cobertura sedimentares - Sedimentos Terciário - Quaternários
- 2 - Região de Dobramentos Sudeste

p é bec, p é bme, p é bme(gh) - Predominância de migmatitos heterogêneos.

p é bmo, p é bmo(gn) - Predominância de migmatitos homogêneos.

3 - Região de Dobramentos Uraçu - Brasília

p é ubec - predominância de ectinitos

p é ubgn - predominância de gnaiss e migmatitos

4 - Embasamento Remobilizado

p é erme(gn), p é ergn(me), p é ergn(go), p é erme(di) - predominância de migmatitos heterogêneos e gnaisses

p é ermo, p é ermo(gn), p é ermo(ch) - predominância de migmatitos homogêneos.

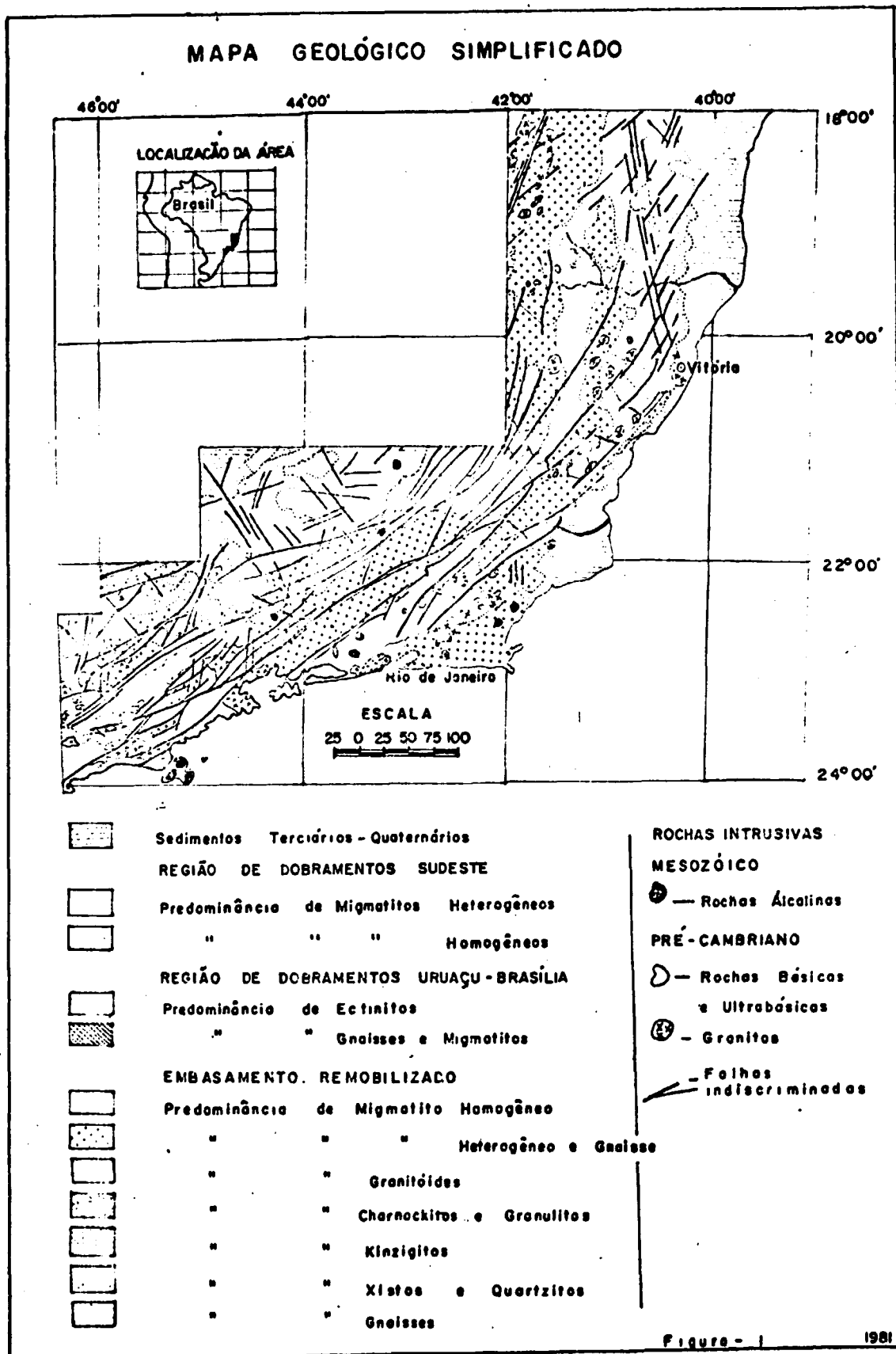
p é erc - predominância de xistos e quartzitos.

p é erch - predominância de granulitos e charnockitos

p é ercr - predominância de granitoides

p é erkz - predominância de Kinzigitos

p é ergh(ec) - predominância de gnaisses



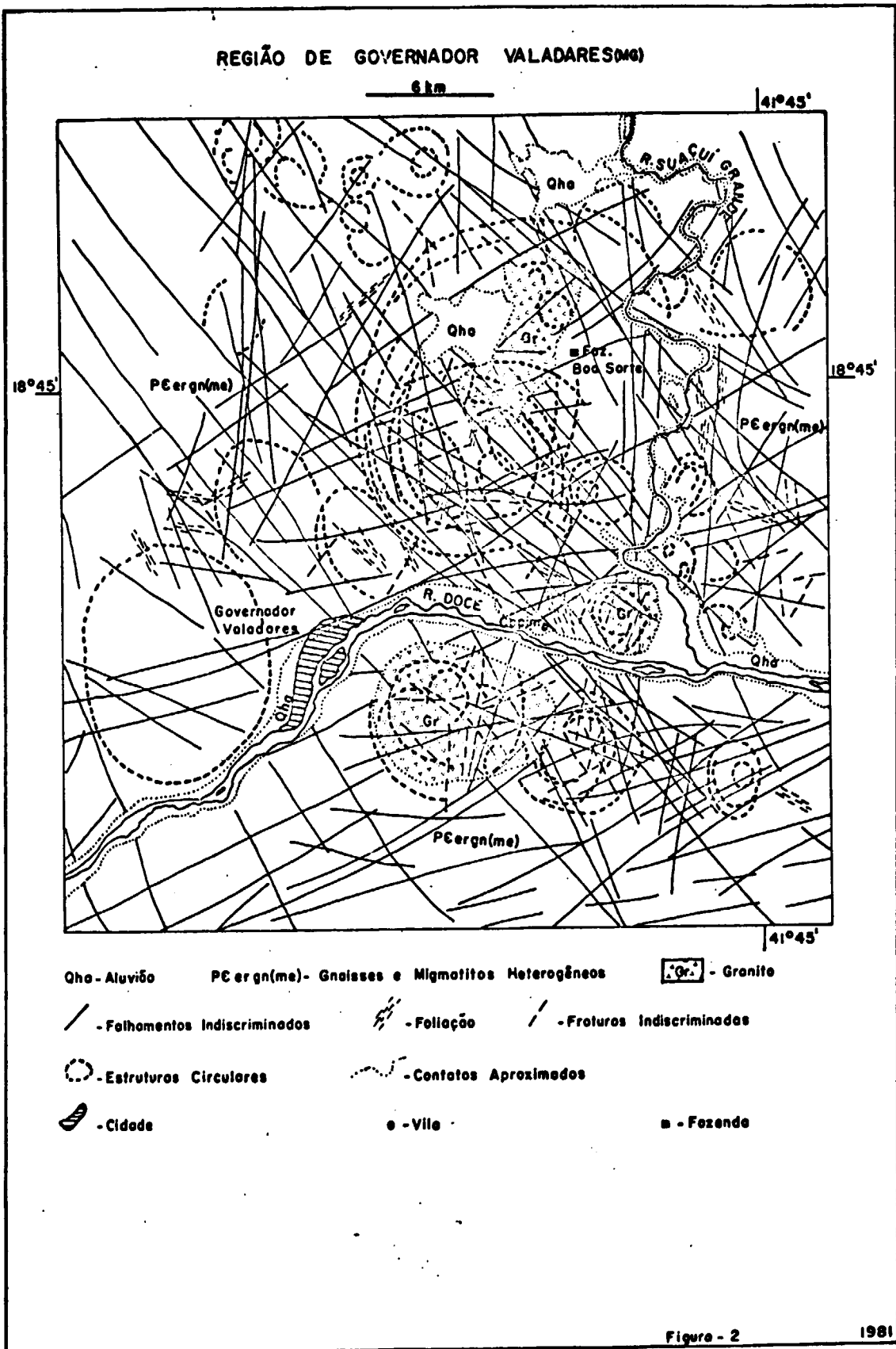


Figura - 2